

4 / 4 Rittles  
Doc.  
E. Willis  
4-27-01

Attorney Docket: 381AS/49211  
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: ATSUSHI KANKE ET AL.

Serial No.: 09/653,168

Filed: SEPTEMBER 1, 2000

Title: HOT-WIRE TYPE AIR FLOW METER FOR  
INTERNAL COMBUSTION ENGINE



CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

**Box Missing Parts**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 11-270385, filed in Japan on September 24, 1999, is hereby requested and the right of priority under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

Respectfully submitted,

December 14, 2000

James F. McKeown  
Registration No. 25,406

Peter G. Korytnyk  
Registration No. 43,400

EVENSON, McKEOWN, EDWARDS  
& LENAHAN, P.L.L.C.  
1200 G Street, N.W., Suite 700  
Washington, DC 20005  
Telephone No.: (202) 628-8800  
Facsimile No.: (202) 628-8844

JFM/PGK/ajf

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 9 年 9 月 2 4 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 2 7 0 3 8 5 号

出 願 人

Applicant (s):

株式会社日立製作所

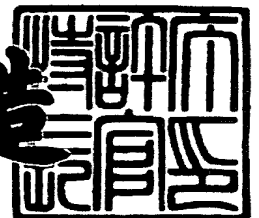
株式会社日立カーエンジニアリング



2 0 0 0 年 9 月 8 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 0 7 2 7 4 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 1199027721

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01F 1/68

【発明の名称】 熱式空気流量計

【請求項の数】 19

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号  
                                 株式会社 日立製作所 日立研究所内

    【氏名】 菅家 厚

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号  
                                 株式会社 日立製作所 日立研究所内

    【氏名】 山田 雅通

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地  
                                 株式会社 日立製作所 自動車機器グループ内

    【氏名】 中田 圭一

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市高場 2 4 7 7 番地  
                                 株式会社 日立カーエンジニアリング内

    【氏名】 渡辺 泉

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号  
                                 株式会社 日立製作所 日立研究所内

    【氏名】 園部 久雄

【特許出願人】

    【識別番号】 000005108

    【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【特許出願人】

【識別番号】 000232999

【氏名又は名称】 株式会社 日立カーエンジニアリング

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱式空気流量計

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリコン基板に形成された薄肉部上に設けられた発熱抵抗膜と、  
前記抵抗膜に印加する印加電圧または通電する通電電流を制御する制御回路とを備え、

前記抵抗膜が内燃機関の吸気管中に配置され、前記抵抗膜を介して熱を空気に放出する内燃機関用熱式空気流量計において、

前記抵抗膜に液滴が付着した場合に、前記印加電圧を最大規定測定範囲計測時に前記抵抗膜に印加される電圧より小に制御、または、前記通電電流を最大規定測定範囲計測時に前記抵抗膜に流れる電流より小に制御することを特徴とする内燃機関用熱式空気流量計。

【請求項 2】

シリコン基板に形成された薄肉部上に設けられた発熱する第 1 の抵抗膜と周囲温度に応じて抵抗値が変化する第 2 の抵抗膜と、

前記第 2 の抵抗膜を含むブリッジ回路を有し、前記第 1 の抵抗膜に印加する印加電圧または通電する通電電流を制御する制御回路とを備え、

前記第 1 の抵抗膜が内燃機関の吸気管中に配置され、前記第 1 の抵抗膜を介して熱を前記測定流体に放出する熱式空気流量計において、

前記ブリッジ回路の出力がある値より大の場合に、前記印加電圧を最大規定測定範囲計測時に前記第 1 の抵抗膜に印加される電圧より小に制御、または、前記通電電流を最大規定測定範囲計測時に前記第 1 の抵抗膜に流れる電流より小に制御することを特徴とする内燃機関用熱式空気流量計。

【請求項 3】

測定流体中に配置された発熱抵抗体と、

前記抵抗体に印加する印加電圧または通電する通電電流を制御する制御回路とを備え、

前記抵抗体を介して熱を前記測定流体に放出する熱式空気流量計において、

前記印加電圧または前記通電電流を第 1 の値以下に制限する第 1 の制限手段と

前記印加電圧または前記通電電流を前記第 1 の値より小である第 2 の値以下に制限する第 2 の制限手段と、

前記抵抗体に液滴が付着した場合には、前記印加電圧または前記通電電流を前記第 2 の値以下に制限することを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 4】

測定流体中に配置された発熱抵抗体と、

前記抵抗体に印加する印加電圧または通電する通電電流を制御する制御回路とを備え、前記抵抗体を介して熱を前記測定流体に放出する熱式空気流量計において、

前記抵抗体に液滴が付着した場合に、前記抵抗体の単位面積当たりの発生熱量を、前記抵抗体と前記液滴との界面にバーンアウトが発生する熱量より小になるように、前記印加電圧または前記通電電流を制御することを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 5】

測定流体中に配置された発熱抵抗体と、

前記抵抗体に印加する印加電圧または通電する通電電流を制御する制御回路とを備え、

前記抵抗体を介して熱を前記測定流体に放出する熱式空気流量計において、

前記抵抗体に液滴が付着した場合に、前記抵抗体の単位面積当たりの発生熱量を所定の値より小になるように、前記印加電圧または前記通電電流を制御することを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記所定の値は、 $4 \times 10^5 \text{ W/m}^2$ であることを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 7】

測定流体中に配置された発熱する第 1 の抵抗体と周囲温度に応じて抵抗値が変化する第 2 の抵抗体と、

前記第 2 の抵抗体を含むブリッジ回路を有し、前記第 1 の抵抗体に印加する印加電圧または通電する通電電流を制御する制御回路と、を備え、

前記第 1 の抵抗体を介して熱を前記測定流体に放出する熱式空気流量計において、

前記印加電圧または前記通電電流を第 1 の値以下に制限する第 1 の制限手段と

、  
前記印加電圧または前記通電電流を前記第 1 の値とはより小である第 2 の値以下に制限する第 2 の制限手段とを備え、

前記ブリッジ回路の出力がある値より大の場合に、前記印加電圧または前記通電電流を前記第 2 の値以下に制限することを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 8】

測定流体中に配置された発熱する第 1 の抵抗体と周囲温度に応じて抵抗値が変化する第 2 の抵抗体と、

前記第 2 の抵抗体を含むブリッジ回路を有し、前記第 1 の抵抗体に印加する印加電圧または通電する通電電流を制御する制御回路と、を備え、

前記第 1 の抵抗体を介して熱を前記測定流体に放出する熱式空気流量計において、

前記ブリッジ回路の出力がある値より大の場合に、前記第 1 の抵抗体と前記液滴との界面にバーンアウトが発生する熱量より小になるように、前記印加電圧または前記通電電流を制御することを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 9】

測定流体中に配置された発熱する第 1 の抵抗体と周囲温度に応じて抵抗値が変化する第 2 の抵抗体と、

前記第 2 の抵抗体を含むブリッジ回路を有し、前記発熱抵抗体に印加する印加電圧または通電する通電電流を制御する制御回路と、を備え、

前記発熱抵抗体を介して熱を前記測定流体に放出する熱式空気流量計において、

、  
前記ブリッジ回路の出力がある値より大の場合に、前記第 1 の抵抗体の単位面積当たりの発生熱量を所定の値より小になるように、前記印加電圧または前記通

電電流を制御することを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 10】

請求項 9 において、

前記所定の値は、 $4 \times 10^5 \text{ W/m}^2$ であることを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 11】

内燃機関の吸気管中に配置された発熱抵抗体と、

前記抵抗体に印加する印加電圧または通電する通電電流を制御する制御回路とを備え、

前記抵抗体を介して熱を空気に放出する熱式空気流量計において、

前記抵抗体に液滴が付着した場合に、前記内燃機関の制御装置に特定の信号を送信する送信手段を備えたことを特徴とする内燃機関用熱式空気流量計。

【請求項 12】

請求項 11 において、

前記送信手段は、付着した液滴の量に関する情報を含む信号を前記内燃機関の制御装置に送信することを特徴とする内燃機関用熱式空気流量計。

【請求項 13】

請求項 3 から 12 のいずれかにおいて、

前記発熱抵抗体または前記第 1 の抵抗体は、シリコン基板に形成された薄肉部上に設けられた薄膜抵抗であって、内燃機関の吸気管中に配置されることを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 14】

請求項 1, 2, 13 のいずれかにおいて、

前記薄肉部以外の前記シリコン基板上に設けられた別の発熱抵抗体を備えたことを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 15】

請求項 14 において、

前記別の発熱抵抗体の発熱が、前記発熱抵抗体とは独立して制御されることを特徴とする熱式空気流量計。



【請求項 1 6】

請求項 3, 5, 7, 9 のいずれかにおいて、

液滴または測定流体の温度に基づいて、前記所定の値または前記第 2 の値を変更する変更手段を備えたことを特徴とする内燃機関用熱式空気流量計。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 において、

前記変更手段は、前記温度が増加した場合には前記所定の値または前記第 2 の値を減少させる変更を行い、または、前記温度が減少した場合には前記所定の値または前記第 2 の値を増加させる変更を行うことを特徴とする内燃機関用熱式空気流量計。

【請求項 1 8】

請求項 3, 5, 7, 9 のいずれかにおいて、

測定流体中に配置された周囲温度に応じて抵抗値が変化する抵抗体の出力に基づいて、前記所定の値または前記第 2 の値を変更する変更手段を備えたことを特徴とする内燃機関用熱式空気流量計。

【請求項 1 9】

請求項 1 8 において、

前記変更手段は、前記抵抗値が増加した場合には前記所定の値または前記第 2 の値を減少させる変更を行い、または、前記抵抗値が減少した場合には前記所定の値または前記第 2 の値を増加させる変更を行うことを特徴とする内燃機関用熱式空気流量計。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空気流量の測定装置に係り、特に内燃機関の吸気量検出に好適な空気流量の測定装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来より自動車などの内燃機関の電子制御燃料噴射装置に設けられ吸入空気量

を測定する空気流量装置として、熱線式のものが質量空気を直接検知できることから多数使われている。この際、発熱抵抗体の信頼性を確保するために、白金線をボビンに巻きつけてガラスでコーティングする、薄膜抵抗体をセラミック基板上に形成する等ある程度の熱容量を有するセンサが用いられる場合が多かった。また熱容量の大きなセンサにおいて、内燃機関以外で水滴が付着した場合に電流を制限する方式が、特開平5-264312号等に示されているが、電源電圧が24Vと大きく定格以上の測定領域を制限するものである。これは特に、圧縮空気の流量測定に用いられており、大気圧では通常100℃で一瞬に蒸発する水滴が、圧縮空気中では水の蒸発温度が高くなり水滴の蒸発に時間がかかり、発熱部に過大な電流が流れることが問題であるとしている。この際、特に電源電圧が24Vと高いために、水滴が付着した場合に、定格電流よりも一桁以上大きい電流が流れるため、電流リミッタで制限するものである。また、内燃機関において熱線の溶断を防止するため、熱線抵抗の端子間電圧を検出し、ブリッジの印加電圧を低減する方式が特開昭61-102522号等に記載されている。これはノイズ等により、以上の電圧の印加による溶断を防止するため、定常動作時の最大値よりも大きく電圧制限値を設定するものである。

#### 【0003】

一方、応答性の良い流量計として、シリコン基盤上に熱容量の小さな発熱抵抗体を設けたものが多数提案されている。一例を特公平5-7659号に示すが、シリコン半導体基板上に薄膜を形成し、熱感知センサで流速を検知するものとしている。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術において、熱容量の大きな発熱抵抗体を用いた場合、電源電圧と発熱抵抗体の熱容量の関係からのみ空気流量装置の電源投入時の応答性が決まる。このため通常のカソリンエンジン等の内燃機関では、通常電源電圧が12V程度と小さいため、発熱抵抗体への動作電流が限定され、加熱に時間がかかるため自動車エンジン等の始動時における一定時間、空気流量を正確に測定するのが困難だった。

## 【 0 0 0 5 】

応答性を良くするには熱容量の小さな発熱抵抗体を用いる必要がある。しかしながら、熱式の流量計においては測定できる最大流量は、測定に用いる発熱抵抗体の熱容量と加熱温度、印加できる電源電圧によりある程度一義的に限定される。これは、熱容量が小さい時に加熱温度を上げて流量の測定感度（最大流量）を上げようとした場合、加熱温度が一定値以上になると発熱抵抗体が劣化するという制限が生じるためである。一例としてシリコン基盤上にダイヤフラム構造の薄膜で発熱抵抗体を構成し、ブリッジ回路を用いてフィードバック回路により発熱抵抗体を定温度制御する等の方式が最も応答性がよいが、水滴や油滴等が発熱抵抗体部に付着すると、加熱のバランスが崩れ局所的に発熱抵抗体の加熱温度が上昇するように電圧が印加され、通常の動作においては問題のない印加電圧であってもこの温度上昇が持続すると薄膜で構成された熱容量の小さな抵抗体が熱により劣化したり、最悪の場合熱ストレスによりダイヤフラムの破壊を招く可能性があった。

## 【 0 0 0 6 】

また、局所的に発熱抵抗体の加熱温度が上昇しないように熱式抵抗体への印加電圧を制限することで過度の温度上昇を防止できるが、本来の流量の計測範囲も同時に狭めてしまうという課題があった。

## 【 0 0 0 7 】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題は、特許請求の範囲の欄に記載の発明によって解決される。

## 【 0 0 0 8 】

特には、水滴や油滴等が発熱抵抗体部に付着した場合と、無しの通常の場合とを区別して発熱抵抗体の加熱状態を検出する手段、加熱状態により加熱時間を制限する回路手段を設ける。これによって、本来の流量の計測範囲を狭めずに、水滴や油滴等が発熱抵抗体部に付着した場合のみ加熱状態を制限し、抵抗体の劣化を防止することができる。

## 【0009】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1の実施例を図1により説明する。熱線駆動回路1は電源101に接続され空気流量に応じて出力する。熱線駆動回路1は発熱抵抗体11，周囲の空気温度に応じて抵抗値が変化する抵抗である温度補償抵抗（吸気温度計測用抵抗，流体温度測温体，空気乃至媒体温度検知器，流体温度検知部，温度依存抵抗）12，抵抗13，14からなるホイーストンプリッジ回路により、ブリッジ中点の電位差がゼロになるように差動増幅器15，トランジスタ16によって発熱抵抗体11に流れる電流を調整するように構成されている。発熱抵抗体11の加熱温度が低いと、差動増幅器15の出力が大きくなり、更に加熱するように動作する。この構成により空気流速によらず発熱抵抗体11の抵抗値は一定に、すなわち温度が一定値になるように制御される。このとき、発熱抵抗体11による空気流速に対応する信号をゼロスパン回路2に入力する。ゼロスパン回路2は差動増幅器21，抵抗22，23，24，25，26，27から構成される。

## 【0010】

ここで発熱抵抗体11は、例えば板型のガラスやセラミック基盤上に、発熱体として白金やタングステンの薄膜や厚膜が形成されたものでもよいが、熱容量が小さく設計されている必要がある。

## 【0011】

特に、発熱抵抗体11はシリコンなどの半導体基盤の薄肉部上に、発熱体として白金やタングステンの薄膜や厚膜、ポリシリコン抵抗体や、単結晶シリコンの抵抗体が形成されたものであることが、熱容量を小さくし、かつ応答性を上げるためには望ましい。

## 【0012】

発熱抵抗体11は自動車等の内燃機関の吸気通路内に設けられ、吸気通路に流れる空気流量に対応した電圧出力が差動増幅器21の出力として得られる。以上が通常の熱式空気流量計の構成である。

## 【0013】

次に過加熱による抵抗体の劣化や破壊等を防止する際の、空気流量の測定範囲について図2(a)により説明する。これは流量と、流量の増加によって発熱抵抗体に印加される電圧（又は電流）の関係を示したものであるが、この流量に応じた出力が熱式空気流量計の出力となる。ここで水滴が付着した際の動作状態を考えると、水滴が付着したことで抵抗体に劣化や破壊等を引き起こす電圧（又は電流）以下に電圧を制限する必要がある、リミッタの制限はそれ以下になる。この場合、リミッタで制限することで同時に空気流量の規定測定範囲が限定される。特に、シリコン半導体基板上に薄膜で構成された熱容量の小さな発熱抵抗体を用いた場合、水滴が付着したことで抵抗体に劣化や破壊等を引き起こす電圧（又は電流）が低くなるためより測定範囲が小さくなる傾向がある。

## 【0014】

これに対し、水滴が付着したことで抵抗体に劣化や破壊等を引き起こす電圧（又は電流）まで測定範囲を広げるには、水滴の付着状態を検出し、水滴の有無に応じて電圧（又は電流）を制限することで対処することが可能となる。図2(b)に、その際の空気流量の測定範囲について示す。特に、シリコン半導体基板上に薄膜で構成された熱容量の小さな発熱抵抗体を用いた場合、水滴が付着したことで抵抗体に劣化や破壊等を引き起こす電圧（又は電流）まで測定範囲を広げるには、定格を大きくとり、電圧（又は電流）等の制限条件(第1のリミッタ)も定格（最大規定測定範囲）以上に大きくする必要がある。しかしながら、このままでは水滴付着時に破壊等を引き起こすため、水滴付着を検出した際には電圧（又は電流）等により破壊等を引き起こさない定格以下に制限する第2のリミッタ手段を設けるものである。特にこの第2のリミッタのレベルとしては、水滴が付着した際に発熱抵抗体表面上に空気層ができて過加熱となるバーンアウトと呼ばれる状態を起こさないレベルに設定することが特に有効である。

## 【0015】

図1に示すように、本実施例では流量の計測範囲以上で電圧を制限する第1のリミッタとして、ツェナーダイオード44を設けている。これは、電源101のバッテリー電圧が高くなった場合に電圧を制限するもので通常は動作しない。

## 【0016】

ここでは特に、水滴の付着状態を検出するためにブリッジ中点の電位差を検出する第2ブリッジ検出手段として差動増幅器68を用意し、検出結果に応じて差動増幅器15の出力電圧V3を制限する第2のリミッタとして電圧制限切り替え回路6を設けたものである。図3に、ブリッジ回路の入出力特性として、ブリッジ電位差と差動増幅器の出力電圧特性を示す。

## 【0017】

通常、ブリッジ回路の出力（ブリッジ中点の電位差）がゼロになるように差動増幅器15，トランジスタ16によって発熱抵抗体11に流れる電流を調整するように構成されている。これは、ブリッジ中点の電位差に応じて、前記ブリッジ回路に印加する電圧がフィードバックにより0から電源電圧の範囲で制御されるためである。差動増幅器15は、ブリッジ中点の電位差入力に対し、一定値以上（以下）は出力が電源電圧や、グランドレベルに制限される。

## 【0018】

通常動作において、プラス側のブリッジ電位差（+dV）に対してのみ出力感度があるため、水滴が付着した際のブリッジ電位差（+dV）と、最大流量時に一時的に発生するブリッジ電位差（+dV）との判別が難しい。そこで、水滴付着時にブリッジ電圧が大きく発生続けることに着目し、その際にのみ出力電圧をリミッタにより制限を加えることとした。

## 【0019】

実際には、差動増幅器15のみで出力電圧に制限を加えることが難しいため、差動増幅器68を追加し、水滴の検出及び、リミッタに用いている。具体的に差動増幅器68は、ブリッジ中点の電位差の極性を変えて（-dV）入力し、ブリッジ電位差（+dV）が大きく発生続ける際には差動増幅器68の出力をグランドレベルにしてリミッタの動作を、それ以外ではリミッタが動作しない構成をとっている。また、一般に差動増幅器の入力にはオフセット電圧があるため、ブリッジ電位差の一部の領域はクロスしている。

## 【0020】

このように、ブリッジ回路に印加する電圧の通常の制御電圧範囲（0Vから電

源電圧とプラス側のみ) に対し、ブリッジ中点の電位差はプラスマイナスの差動で出力されるため、ブリッジ中点の電位差を2つの差動増幅器で極性を分担して入力し、ブリッジ回路に印加する電圧にフィードバックすることで、ブリッジ回路を構成する4つの抵抗体中点の電位差が例えば100mV以上又は100mV以下の状態が連続すれば、ある特定の状態(例えば水滴付着状態)と判別できるようになる。

## 【0021】

電圧制限切り替え回路6は、電源101のバッテリー電圧VBとグランド間に直列に接続された抵抗61, 62, 63と、抵抗62, 63の接点に接続されたツェナーダイオード67, 抵抗61, 62の接点に接続されたダイオード65, 66等により構成される。これは、差動増幅器15の出力を抵抗17, ダイオード66, 抵抗62を介し、ツェナーダイオード67により設定される電圧V7に制限するものである。ここで、抵抗62に温度補償抵抗12と同様かそれ以上の温度係数を持つ抵抗体を使用し、吸気管内に配置すればツェナーダイオード67により設定される電圧V7に温度特性を持たせることも可能である。

## 【0022】

一例を具体的に説明する。通常の動作において発熱抵抗体11が定温度制御されている場合、ブリッジ中点の電位差dVはゼロ近くなり、差動増幅器15のオフセット電圧がプラス数mVであると、dVはマイナス数mVのレベルで安定する。流量が増加し電位差dVが少し増加した場合でも、差動増幅器15の出力によりすばやく発熱抵抗体11の加熱電流を増やし常に定温度制御を施すことで、ブリッジ中点の電位差dVはゼロ近くのマイナス数mVのレベルに保たれる。この際、ブリッジ中点の電位差dVがマイナス数mVのレベルであるとする、水滴の付着状態を検出するための差動増幅器68の出力はハイレベルとなり、差動増幅器15, 差動増幅器68共に同様の回路構成で電源101に接続されているとすると、電圧制限切り替え回路6のダイオード65, 66の動作により差動増幅器15の出力V3は電圧制限を受けることがない。これに対し水滴が付着した場合は、発熱抵抗体11の加熱温度が上昇しないためブリッジ中点の電位差dVがプラス数百mVと大きく発生する。差動増幅器68はこの状態を検出すると出

力はローレベルとなり、電圧制限切り替え回路 6 の動作により、差動増幅器 15 の出力  $V_3$  は抵抗 61, 62, 63, ツェナーダイオード 67 により設定される電圧  $V_7$  により電圧制限を受けるものである。

#### 【0023】

次に、電圧制限切り替え回路 6 を用いた電圧制限動作の詳細を図 4 により説明する。図 4 (a) は通常動作の際の、ブリッジ中点の電位差  $dV$  と差動増幅器 15 の出力  $V_3$  の動作を示す。立ち上がり時に発熱抵抗体 11 を加熱する  $T_1$  の時間、差動増幅器 15 の出力  $V_3$  の出力は最大となり、電位差  $dV$  も大きくなる。その後、初期加熱が終了すると  $T_2$  の時間後に安定した定温度制御動作となり、電位差  $dV$  は小さくなり、差動増幅器 15 の出力  $V_3$  の出力は流量に応じた一定の電圧に安定する。この初期加熱が終了して安定するまでの時間  $T_2$  は、例えばシリコン半導体基板上に薄膜で構成された熱容量の小さな発熱抵抗体の場合には、熱容量に応じて数  $ms$  ～数十  $ms$  以下と短くすることができる。

#### 【0024】

図 4 (b) の電圧制限動作では、本実施例による水滴付着時の電圧制限動作の有無による違いを説明する。まず電圧制限なしの場合であるが、水滴付着時には差動増幅器 15 の出力  $V_3$  の出力は立ち上がり時に最大電圧となり、水が蒸発して通常動作になるまで、多少の変動があるがほぼその状態を維持する。この間ブリッジ中点の電位差  $dV$  は、立ち上がり時に大きくなるがその後減少したり、増加したりと不安定な動作を繰り返す。これは、ブリッジに印加された電圧が大きいと水滴が付着した際に発熱抵抗体表面上に部分的に空気層ができて過加熱となるバーンアウトと呼ぶ状態が起きているためで、発熱抵抗体は水滴による急冷と、空気層による部分的な高温度加熱状態とを繰り返し、発熱抵抗体の加熱状態に応じてブリッジ中点の電位差  $dV$  も増減を繰り返す。電位差  $dV$  が増減するのは、空気層ができることで加熱温度が上昇して一時的に通常のブリッジのバランスした制御状況と認識するからである。この状態では、ブリッジ中点の電位差  $dV$  を見るだけでは水滴の付着状態を判別できず、また、この温度上昇が持続すると薄膜で構成された熱容量の小さな抵抗体が熱により劣化したり、熱ストレスによりダイヤフラムの破壊を防ぐことができない。



## 【 0 0 2 5 】

これに対し電圧制限ありの場合であるが、水滴付着時において、ブリッジ中点の電位差  $dV$  が大きいと、電圧制限切り替え回路 6 により差動増幅器 15 の出力  $V3$  の出力を、水滴が付着した際に発熱抵抗体表面上に空気層ができて過加熱となるバーンアウトと呼ぶ状態が起きない様に、発熱抵抗体の面積に応じた一定の電力以下に制限できるように、印加電圧を一定値以下に制限するものである。その結果、ブリッジ中点の電位差  $dV$  が大きい状態が連続し、水滴がなくなることによって電位差  $dV$  が小さくなり電圧制限を解除するため、立ち上がりの電位差  $dV$  に応じてブリッジ印加電圧を制限し、電位差  $dV$  の大小をモニタすることで水滴付着状態の判別が可能となる。差動増幅器 15 の出力  $V3$  を  $VB2$  に制限した状態でも一定の電圧以上であれば、一定時間  $T1$  後に水滴を蒸発させることができ、水滴があっても発熱抵抗体の劣化や破壊を防ぐことができると同時に、水滴をなくすことで確実に  $T2$  の時間後に安定した定温度制御動作に戻すことができる。この時間  $T2$  は、水滴の付着状態や量によって長短が生じる。先に述べたバーンアウトと呼ぶ状態が起きない様に、発熱抵抗体の面積に応じた一定の電力レベルとしては、例えば  $4 \times 10^5 \text{ W/m}^2$  以下の熱流束といった値に制限できる電圧（又は電流）にすればよい。

## 【 0 0 2 6 】

次に、付着した水滴の初期温度が周囲温度により高低した場合についての動作を説明する。図 5 は、発熱抵抗体の前面が水滴に覆われたような場合において、水滴の温度（吸気温度と同様と考える）が、高いほどバーンアウトになる熱流束の値が小さいことを現している。すなわち温度が高いと、発熱抵抗体に加える電力が少なくてもバーンアウトになり易いことを示している。このため、図 6 に示す様に、図 1 の抵抗 62 に温度特性を持つ抵抗体を使用することで、吸気温度に合わせて制限電圧を可変とすることも可能である。この場合、図 6（a）の温度低の場合は、制限電圧を大きく（制限無との差小）、図 6（b）の温度高の場合は、制限電圧を小さく（制限無との差大）とすることで、種々のモードでのバーンアウト等による抵抗の劣化、破壊を防ぐことができるようになる。

## 【0027】

また最大流量が流れ、発熱抵抗体の加熱温度が下がった際にも一瞬電位差  $dV$  が増加し、ブリッジ印加電圧が制限されるが、通常の空気中では加熱温度がすぐに回復するため電位差  $dV$  が減少し、すぐにブリッジ印加電圧の制限がなくなるため実用上の問題はない。

## 【0028】

本実施例によれば、特に水滴の付着状態を検出して印加電圧を制限することにより、発熱抵抗体の劣化や破壊といった信頼性の低下を防ぐと同時に、流量の計測範囲を広げることができるといった効果がある。また、特に回路は図示しないが、発熱抵抗体のブリッジ回路を複数有し、逆流を検出できるようにした回路構成であっても、ブリッジ回路毎に本発明の電圧制限回路を加えればよい。同様に、発熱抵抗体と、定温度制御回路のブリッジ回路が別々となる傍熱型の構成であっても、ブリッジの電位差を検出し、発熱抵抗体に本発明の電圧制限回路を加えれば同様の効果が得られる。本実施例では、電圧の制限について説明したがブリッジへの電流を制限することによっても同様の効果を得ることができる。

## 【0029】

ここで、用いられる発熱抵抗体 11 をシリコン半導体基板上に薄膜で構成された場合のパターンの一例を図 7 に示す。発熱抵抗体 211a は縦長で抵抗が折り返したパターンで、この両側に温度検出用の抵抗体 211d, 211e, 211f, 211g が配置された構造となっている。この発熱抵抗体 211a と、温度検出用の抵抗体 211d, 211e, 211f, 211g は、例えばシリコン基板の裏面からエッチングされ熱容量が小さなダイヤフラム構造部に抵抗体が配置されたものである。温度補償抵抗 211c は、発熱抵抗体 211a の加熱による温度影響が受けにくい場所に配置されている。熱容量を小さくする場合のダイヤフラムのサイズとしては、例えば縦方向が  $1.8\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$  で、幅が  $0.5\mu\text{m} \sim 0.8\mu\text{m}$ 、厚さが  $1\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$  といった場合が、熱容量が小さくダイヤフラムの強度が確保し易い。断面構造を図 8 に示す。抵抗パターンのある場所が最も厚みがある構造となっている。ここで自動車のエアフィルターを介して発熱抵抗体に付着する可能性のある水滴のサイズとしては、通常であればエアフィルター

の目のサイズ（例えば  $20\mu\text{m}$ ）といったサイズよりも小さいと考えられる。しかし、急激な温度変化による結露や、フィルターを介した水滴がフィルターの形状等に応じて何らかの形で集滴され成長した場合は、数  $\text{m l}$  程度までの水滴の付着が考えられる。例えば、先の一例によるダイヤフラムにおいて、 $1\text{ m l}$  の水滴が付着した場合は、ダイヤフラムの発熱抵抗体の  $1/5$  から  $1/2$  程度まで覆うことが考えられる。このような場合に、よりバーンアウトによる気泡が生じ易い。

次にこの抵抗パターンを用いた場合の実施例を図 9 に示す。熱線駆動回路 1 は発熱抵抗体 211 a, 温度補償抵抗 211 c, 抵抗 13, 14 からなるホイーストブリッジ回路により、ブリッジ中点の電位差がゼロになるように差動増幅器 15, トランジスタ 16 によって発熱抵抗体 211 a に流れる電流を調整するように構成されている。

#### 【0030】

温度検出用の抵抗体 211 d, 211 e, 211 f, 211 g は、電源回路 5 の電圧  $V_{cc}$  を印加してブリッジ回路を構成する。ブリッジ回路に印加する電圧は、外部電圧を用いるレシオメトリック構成であっても構わない。この差電圧を、抵抗 2135, 2136 により基準電圧  $V_{ref}$  を分圧された仮想ゼロ点電圧  $V_{of}$  を中心に、差動増幅器 2131 と抵抗 2132, 2133, 2134, 2137 により増幅する。温度検出用の抵抗体 211 d, 211 e, 211 f, 211 g は、発熱抵抗体 211 a の加熱温度を検出するが、空気の流れがない場合は温度分布が均一となるため差動増幅器 2131 の出力  $V_{bi}$  は、仮想ゼロ点電圧  $V_{of}$  と等価になる。ここで空気に流れが生じた場合、空気の流れの向きに対し垂直に発熱抵抗体 211 a の長手方向を配置すると、抵抗体 211 d, 211 e と 211 f, 211 g の間に温度差が生じ、その結果、差動増幅器 2131 の出力  $V_{bi}$  として流れの向きに応じた流量信号を得ることができる。

#### 【0031】

本実施例では特に、差動増幅器 2131 の出力  $V_{bi}$  をマイクロコンピュータ 220 のアナログ・ディジタル変換器 221 に入力し、出力感度のばらつき等をディジタル量として演算により調整し、ディジタル・アナログ変換器 224 の出力電圧  $V_{out}$  としてエンジンコントロールユニット等に信号を送るものである。

ここでマイクロコンピュータ 220 は、CPU 222 a, RAM 222 b, ROM 222 c からなる演算回路 222 と、発振器 226, I/O 225, PROM 223 等により構成される。ここで PROM 223 は、個別センサの出力感度のばらつき等を調整値として一回以上記録することができるものであればよく、電氣的な書き換え可能な EEPROM やフラッシュ ROM 等にのみ限定されるものではない。

#### 【0032】

マイクロコンピュータ 220 のアナログ・デジタル変換器 221 には、発熱抵抗体 211 a の両端の電圧  $V_{r1}$ ,  $V_{r2}$  や、差動増幅器 15 の出力  $V_{r3}$ , 差動増幅器 2131 の出力  $V_{bi}$  が入力される。マイクロコンピュータ 220 では発熱抵抗体 211 a の両端の電圧  $V_{r1}$ ,  $V_{r2}$  から演算により加熱温度を求めることで、発熱抵抗体 211 a の加熱状態を検出し、I/O 225 の出力  $V_6$  により NPN トランジスタ 43 をオンし、電圧制限切り替え回路 6 により発熱抵抗体 211 a の加熱状態を制限するものである。特に、マイクロコンピュータ 220 にはエンジンコントロールユニット等との通信をする SCI 227 を設けてある。

#### 【0033】

電圧制限切り替え回路 6 は、電源 101 のバッテリー電圧  $V_B$  とグランド間に直列に接続された抵抗 61, 62, 63 と、抵抗 211 h, 63 の接点に接続されたツェナーダイオード 67, 抵抗 61, 62 の接点に接続されたダイオード 65, 66, バッテリー電圧  $V_B$  と接続された抵抗 64, NPN トランジスタ 43 等により構成される。抵抗 211 h は温度補償抵抗 211 c 同様のものであっても構わない。

#### 【0034】

これは、差動増幅器 15 の出力  $V_3$  をダイオード 66, 抵抗 62 に介し、ツェナーダイオード 67 により設定される電圧に制限するものである。通常の動作において NPN トランジスタ 43 はオフしているため、ダイオード 65 は抵抗 64 を介し、電源 101 のバッテリーに接続される。その結果、通常動作において差動増幅器 15 の出力  $V_3$  は電圧の制限を受けない。これに対し、発熱抵抗体の加熱

温度を検出し、加熱状態を判定することでNPNトランジスタ43をオンし、差動増幅器15の出力V3をダイオード66、抵抗62に介し、ツェナーダイオード67により設定される電圧に制限することができる。

### 【0035】

次に第7の実施例の詳細を図10により説明する。これは電源投入時のように、発熱抵抗体211aが常温から加熱されて200℃程度の定温度制御がなされる場合である。図10(a)の通常動作の場合、バッテリー電圧VBで制限される最大電流が発熱抵抗体211aに流れることで、急速に発熱抵抗体211aが加熱され温度上昇により抵抗値Rh1が上昇し、ブリッジ回路がバランスし差動増幅器15の出力V3が減少していく。ここで、最大電流が発熱抵抗体211aに流れる時間T1は、通常の場合は発熱抵抗体211aの抵抗値Rh1と熱容量、バッテリー電圧VBでのみ決まり、熱容量が小さいほど短くなる。マイクロコンピュータ220では発熱抵抗体211aの発熱温度Thをモニタし、一定時間当りの温度変化dth1を検出する。一定時間当りの温度変化dth1が一定値より大きい、または目標とする加熱温度範囲に発熱抵抗体211aの発熱温度Thが入った場合には通常動作とし、I/O225の出力V6はローレベルのままとする。

これに対し、図10(b)の電圧制限動作の場合を説明する。熱容量の小さな発熱抵抗体211aにおいて、特に汚れや水等の発熱を吸収する物質が発熱抵抗体部に付着した場合、見かけ上の熱容量が大きくなり、汚れや水等が揮発するまで発熱温度Thがゆっくりと上昇し、最大電流が発熱抵抗体211aに流れ続けることとなる。その際、汚れや水等の付着状態により発熱抵抗体211aの局所的に高温度になる部分が発生し、薄膜上に形成された抵抗体が劣化したり、熱衝撃による薄膜の破壊を招く可能性がある。このため、マイクロコンピュータ220では発熱抵抗体211aの発熱温度Thをモニタし、一定時間当りの温度変化dth2を検出する。一定時間当りの温度変化dth2が一定値より小さく、かつ目標とする加熱温度範囲以下に発熱抵抗体211aの発熱温度Thになっている場合電圧制限動作とし、I/O225の出力V6を一定時間ローレベルからハイレベルに保持したままとする。その結果NPNトランジスタ43がオンし、ブリッジ回路に印加する電圧V3をVB2に低下させることができる。ブリッジ回路の印

加電圧V3が小さくなると発熱抵抗体211aの発熱温度 $T_h$ の上昇がゆっくりとなる。電圧を下げることでバーンアウトとなる状態を防ぐことができ、急激な温度の上昇または下降を防ぐことができる。温度の判定レベルは、マイクロコンピュータ220内部で自由に設定できる。加熱制限時間T3が過ぎると、水滴が蒸発し出力V6がハイレベルからローレベルに動作し、NPNトランジスタ43がオフして通常動作にもどる。最終的に差動増幅器15の出力V3が安定するまでの時間T2は、電圧制限動作をすることにより長くなるが、急激な加熱温度変化による抵抗の劣化や破壊を防止でき、熱容量の大きな発熱抵抗体211aを用いるよりは短くすることができる。この電圧制限動作状態は、見かけ上はセンサの不感帯となり区別できない。しかし、マイクロコンピュータ220を用いることで水滴付着による電圧制限動作状態を、センサの保護動作で、センサの故障ではない特別な状態であると、上位のコンピュータであるエンジンコントロールユニット等にセンサの診断情報（HighまたはLow レベルアナログ信号やSCI〔シリアル コミュニケーション インターフェイス〕等のデジタル信号など）として送ることで、エンジン制御上の誤動作等未然に防ぐことができる。

## 【0036】

また、先の実施例で述べたように抵抗211hを図11に示すように、温度補償抵抗211cと同一の基盤上に配置された同様の温度係数をもつ抵抗とすることで、制限電圧に温度特性を持たせることも可能である。

## 【0037】

本実施例によれば、特に熱容量の小さな発熱抵抗体を用いた場合に、発熱抵抗体の加熱状態を正確にモニタすることができ、きめ細やかな加熱状態の制限を加えることで、抵抗体の劣化や破壊を未然に防止することができ、熱式空気流量計の信頼性を長期的により向上できるといった効果がある。

## 【0038】

次に本発明の第3の実施例を図12により説明する。図9と同様に、熱線駆動回路1は発熱抵抗体211a、温度補償抵抗211c、抵抗13、14からなるホイーストンプリッジ回路により、ブリッジ中点の電位差がゼロになるように差動増幅器15、トランジスタ16によって発熱抵抗体211aに流れる電流を調

整するように構成されている。ここで、抵抗体 211 はシリコン半導体基盤上に薄膜で構成されたものである。

#### 【0039】

マイクロコンピュータ 220 のアナログ・デジタル変換器 221 には、発熱抵抗体 211 a の両端の電圧  $V_{r1}$ ,  $V_{r2}$  や、温度補償抵抗 211 c の電圧  $V_{r4}$ , 差動増幅器 2131 の出力  $V_{bi}$  が入力される。マイクロコンピュータ 220 では発熱抵抗体 211 a の両端の電圧  $V_{r1}$ ,  $V_{r2}$  から演算により発熱抵抗体 211 a の加熱温度を、温度補償抵抗 211 c の電圧  $V_{r4}$ ,  $V_{r1}$  から演算により吸気温度を求めることで、発熱抵抗体 211 a の周囲温度（吸気温度）や加熱状態を検出し、デジタル・アナログ変換器 224 b の出力  $V_8$  に応じて、電圧制限切り替え回路 6 により発熱抵抗体 211 a の加熱状態を制限するものである。電圧制限切り替え回路 6 では、デジタル・アナログ変換器 224 b の出力  $V_8$  を増幅する差動増幅器 6101 とネットワーク抵抗 6102, 6103, 6104, 6105, 出力電圧を分圧する抵抗 6106, 6107 により接地されている。これは、先の実施例と同じように差動増幅器 15 の出力  $V_3$  をダイオード 66, 抵抗 6106 に介し、デジタル・アナログ変換器 224 b の出力  $V_8$  により設定される、差動増幅器 6101 の出力に制限するものである。

#### 【0040】

通常の動作において差動増幅器 6101 の出力を最大値として出力する。その結果、通常動作において差動増幅器 15 の出力  $V_3$  は電圧の制限を受けない。これに対し、発熱抵抗体 211 a の加熱温度や吸気温度を検出し、加熱状態を判定することで吸気温度に応じてデジタル・アナログ変換器 224 b の出力  $V_8$  を設定し、差動増幅器 15 の出力  $V_3$  をダイオード 66, 抵抗 6106 に介し先に設定した設定される電圧にデジタル的に自由に制限することができる。

#### 【0041】

同様に、発熱抵抗体 211 a の両側に温度検出用の抵抗体 211 d, 211 e, 211 f, 211 g が配置された構造となっている場合、この温度検出用の抵抗体 211 e, 211 f と 211 g, 211 d の中間電圧  $V_{b1}$ ,  $V_{b2}$  により発熱抵抗体 211 a の局所的な加熱温度も計測することができる。通常、 $100^{\circ}\text{C}$  以

上に加熱された発熱抵抗体 211a に水滴が付着すると、付着の状況に応じて温度検出用の抵抗体 211d, 211e, 211f, 211g の温度がそれぞれ変化する。例えば、基本的な水滴の付着状態は発熱抵抗体 211a の加熱温度で判断し、その際に温度検出用の抵抗体 211d, 211e, 211f, 211g の温度変化を見ることで水滴の大きさ等が判断でき、水滴がなくなるまでの時間を推定し、エンジンコントロールユニットへセンサの不感帯となる時間を送ることで、センサのコンディションを判別して一時的にセンサの出力を緩和して制御に用いるなどセンサの使い勝手が良くなり、エンジン制御をよりきめ細かにすることができる。

#### 【0042】

本実施例によれば、特に熱容量の小さな発熱抵抗体を用いた場合に、発熱抵抗体の加熱状態を正確にモニタすることができ、きめ細やかな加熱状態の制限を加えることで、抵抗体の劣化や破壊を未然に防止することができ、熱式空気流量計の信頼性を長期的により向上できるといった効果とともに、エンジンシステムとのマッチングが良くなるという効果がある。

#### 【0043】

次に、シリコン半導体基板上に薄膜で構成された抵抗体 211 を、例えば多層のセラミック基盤等を実装した場合の一例を図 13 に示す。このシリコン基盤上の抵抗体 211 はセラミック基盤 300 の削り込まれた枠内に実装され、電極パッドを介してセラミック基盤 300 上にパターン化された回路 302 に接続される。セラミック基盤 300 上には、他に回路を集約した IC 303 と、セラミック基盤 300 の加熱用ヒータ（第 2 の抵抗発熱体）301 が設けられている。この、加熱用のヒータ 301 は、シリコン基盤上の抵抗体 211 を囲むように配置され、シリコン基盤上の第 1 の発熱抵抗体 211a の加熱状態に応じて制御されるものである。この第 2 の抵抗発熱体 301 は、シリコン基盤上の第 1 の発熱抵抗体 211a の周辺に設けてもよいが、シリコン基盤上の抵抗体 211 全体を加熱できるように、ダイヤフラムの外に設けるのが望ましい。このように、第 1 の発熱抵抗体 211a の周辺を場合に応じて暖めることで、水滴が付いた際にダイヤフラム以外の部分の水滴がなくなるまでの時間を短くすることができる。また



周囲温度を検知し、低温の場合は先に第 2 の抵抗発熱体 3 0 1 によってシリコン基盤上の抵抗体 2 1 1 全部を予熱することで、例えば氷がついた際の第 1 の発熱抵抗体 2 1 1 a の加熱時間を大幅に短縮することができる。特に、ダイヤフラムが破壊しないように第 1 の発熱抵抗体 2 1 1 a の供給する電力を制限している場合に特に有効である。

## 【 0 0 4 4 】

本実施例によれば、周囲温度に応じて第 2 の抵抗発熱体の加熱温度を制御することで、ダイヤフラム上の第 1 の発熱抵抗体 2 1 1 a を破壊することなく、加熱状態の制限による熱式空気流量計の不感体となる時間を低減することができる。

以上のように信頼性を確保しつつ性能を向上できるという効果がある。

## 【 0 0 4 5 】

次に本発明の実施例を図 1 4 により説明する。熱線駆動回路 1 は発熱抵抗体 1 1 と、電流検出抵抗 1 3 の加熱部と、発熱抵抗体 1 1 と同一基盤上で発熱抵抗体 1 1 の側に配置された感温抵抗体（加熱温度検知器） 1 1 1、および温度補償抵抗 1 2、抵抗 1 3、1 4 からなる定電圧  $V_{cc}$  駆動のホイーストンプリッジ回路により、ブリッジ中点の電位差がゼロになるように差動増幅器 1 5、トランジスタ 1 6 によって発熱抵抗体 1 1 に流れる電流を調整するように構成されている。発熱抵抗体 1 1 の加熱温度が低いと、差動増幅器 1 5 の出力が大きくなり、更に加熱するように動作する。この構成により空気流速によらず発熱抵抗体 1 1 の抵抗値は一定に、すなわち温度が一定値になるように制御される。このとき、発熱抵抗体 1 1 による空気流速に対応する信号をゼロスパン回路 2 に入力する。ゼロスパン回路 2 は差動増幅器 2 1、抵抗 2 2、2 3、2 4、2 5、2 6、2 7 から構成される。これは一例であって、空気流速に対応する信号の出力手段としては、先に説明したような温度差を用いて流れの向きを検出する方式であっても構わない。

## 【 0 0 4 6 】

ここでは特に、水滴の付着状態を検出するためにブリッジ中点の電位差を検出する第 2 ブリッジ検出手段として差動増幅器 6 8 を用意し、検出結果に応じて差動増幅器 1 5 の出力電圧  $V_3$  を制限する第 2 のリミッタとして簡略化した電圧制

限切り替え回路 6 を設けたものである。

【0047】

電圧制限切り替え回路 6 は、ダイオード 66、抵抗 69 等により構成される。これは、差動増幅器 15 の出力を抵抗 17、ダイオード 66、抵抗 69 に介し、差動増幅器 68 の出力に接続される。制限される電圧は、抵抗 17、69 の分圧比によって決められる。

【0048】

この様な、加熱部と定温度制御のブリッジ回路が別々な構成でも、先の実施例と同様に、差動増幅器 68 の出力状態により、水滴の付着状態を検出し電圧を制限することで、先の実施例と同様な効果を得ることができる。

【0049】

本実施例によれば、簡単な回路構成で発熱抵抗体の印加電圧を制限することができるため、抵抗体の劣化や破壊といった信頼性の低下を低コストで実現し防止できるといった効果がある。

【0050】

またパルス駆動でブリッジの印加電圧  $V_2$  を制御する場合でも、これまでの実施例で説明したりニア電圧制御と同様の効果を得ることができる。例えば、ブリッジの印加電圧  $V_2$  か駆動電流のいずれかを一定値に制限し、制限した電圧電流の大きさに応じたパルス幅を所定値に制限することで、過加熱による抵抗体の劣化等を防止することができる。

【0051】

また、図示はしないが他の実施例として、液滴を含む空気が流れる吸気管と、検出素子に前記液体が付着した場合の保護回路を有する空気流量計と、燃料噴射弁と、前記空気流量計の出力に基づいて前記燃料噴射弁を制御する制御器と、を備えた内燃機関がある。

【0052】

本実施例によれば、特に熱容量の小さな発熱抵抗体を用いた場合、本来の発熱抵抗体の熱容量以上に最大加熱状態が連続しなくすることで抵抗体の劣化や破壊を防止することができ、熱式空気流量計の信頼性が確保できるといった効果があ

ると同時に、電源投入時の空気流量の立ち上がり時の応答性を向上することができる。その結果、自動車のエンジンの始動時における空気流量の測定が早くでき、エンジン始動時の排ガスを低減できる効果がある。

【0053】

【発明の効果】

本実施例によれば、特に熱容量の小さな発熱抵抗体を用いた場合、水滴や油滴等が発熱抵抗体部に付着した場合と、無しの通常の場合とを区別して検出することで、本来の流量の計測範囲を狭めずに、水滴や油滴等のが発熱抵抗体部に付着した場合のみ加熱状態を制限し、抵抗体の劣化を防止することができ、熱式空気流量計の信頼性が確保できるといった効果があると同時に、電源投入時の空気流量の立ち上がり時の応答性を向上することができる。その結果、自動車のエンジンの始動時における空気流量測定が早くでき、エンジン始動時の排ガスを低減できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施例による熱線駆動回路図。

【図2】

水滴付着時のリミッタ動作と流量計測範囲。

【図3】

ブリッジ電位差と差動増幅器の出力電圧特性。

【図4】

電源投入時のブリッジ電圧の電圧制限動作比較図。

【図5】

温度と熱流速に応じたバーンアウトの領域を示す図。

【図6】

温度特性を有する場合の電源投入時のブリッジ電圧の電圧制限動作比較図。

【図7】

シリコン基板上に形成された抵抗体のパターン図。

【図 8】

シリコン基板上に形成された抵抗体の断面図。

【図 9】

本発明の第 2 の実施例による熱線駆動回路図。

【図 10】

電源投入時のブリッジ電圧の電圧制限動作比較図。

【図 11】

シリコン基板上に形成された抵抗体のパターン図。

【図 12】

本発明の第 3 の実施例による熱線駆動回路図。

【図 13】

シリコン基板上に形成された抵抗体の基盤への実装図。

【図 14】

本発明の第 4 の実施例による熱線駆動回路図。

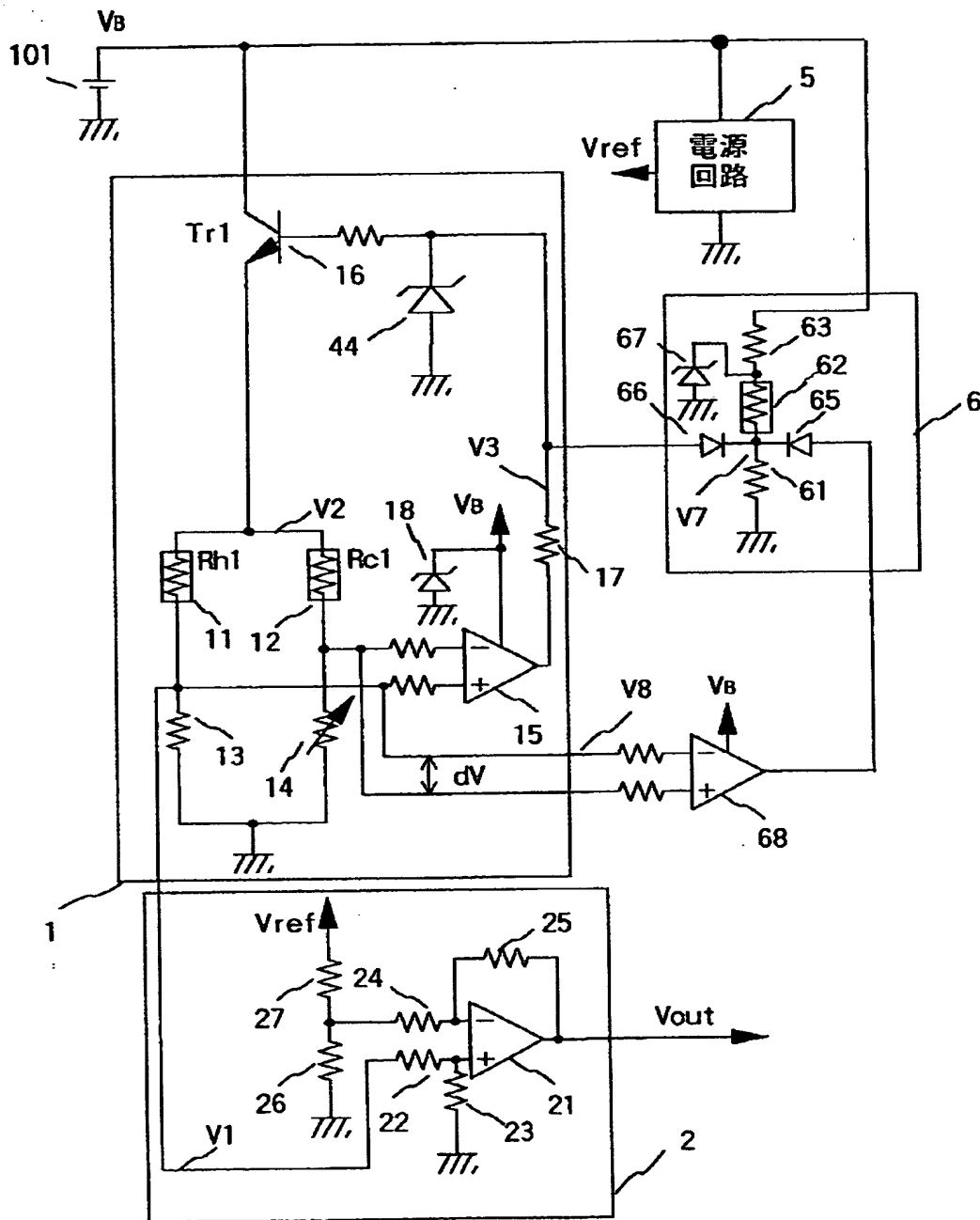
【符号の説明】

1…熱線駆動回路、2…ゼロスパン回路、3…加熱状態制御回路、5…電源回路、6…電圧制限切り替え回路、101…電源、11, 211a…抵抗発熱体、12, 211c…温度補償抵抗、211d, 211e, 211f, 211g, 111…感温抵抗体、13, 14, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 212, 213, 217, 218, 2135, 2136, 2132, 2133, 2134…抵抗、15, 2131…差動増幅器、16, 43…トランジスタ、31…電圧比較器、44…ツェナーダイオード、220…マイクロコンピュータ、221…アナログ・デジタル変換器、222…演算回路、223…PROM、224…デジタル・アナログ変換器、225…入出力ポート（I/O）、226…発振器。

【書類名】 図面

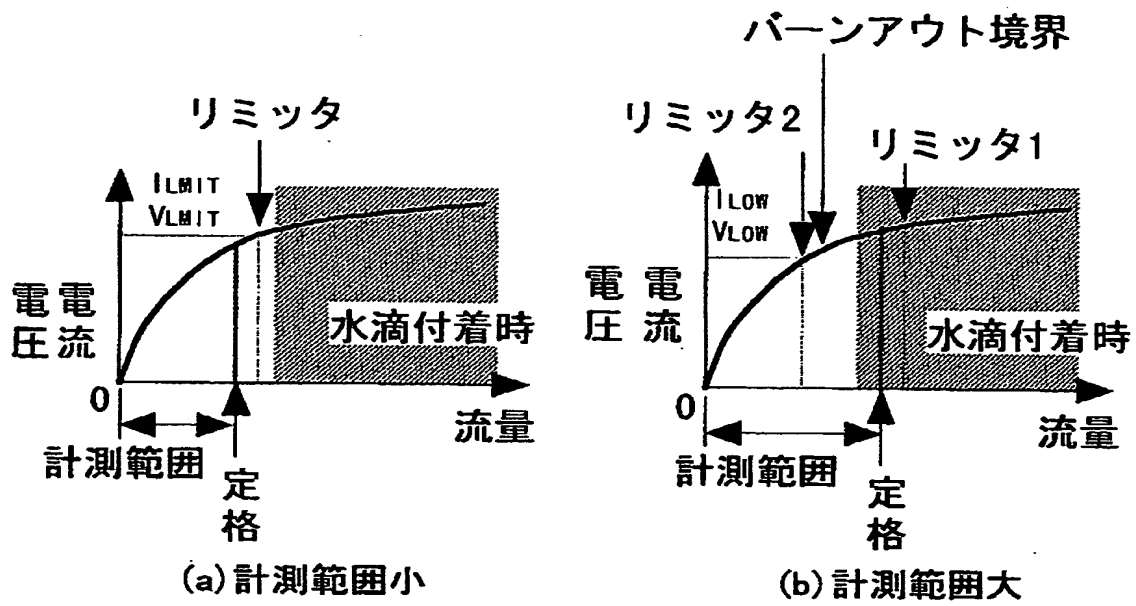
【図 1】

図 1



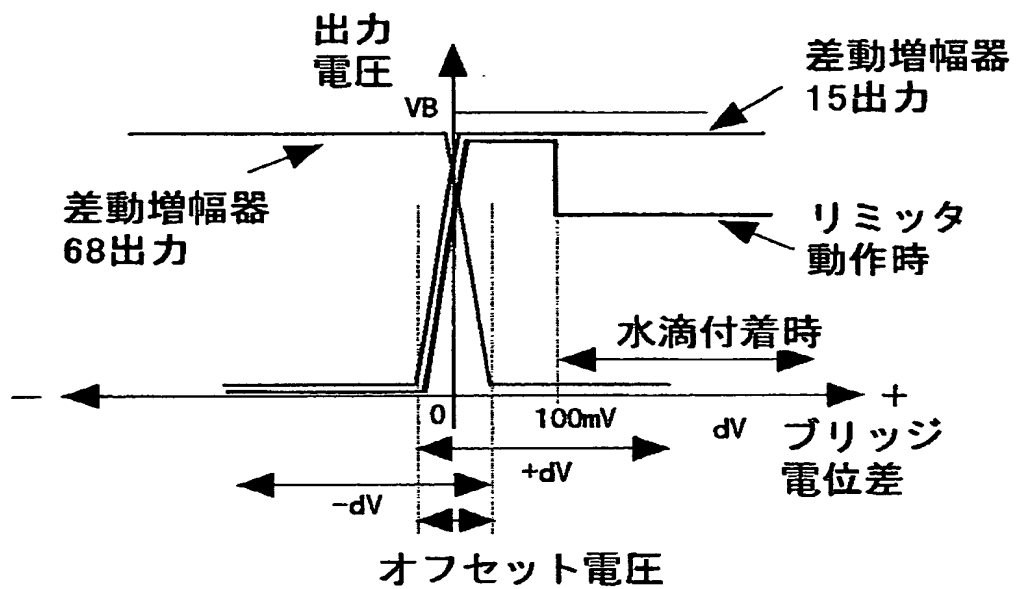
【図2】

図 2



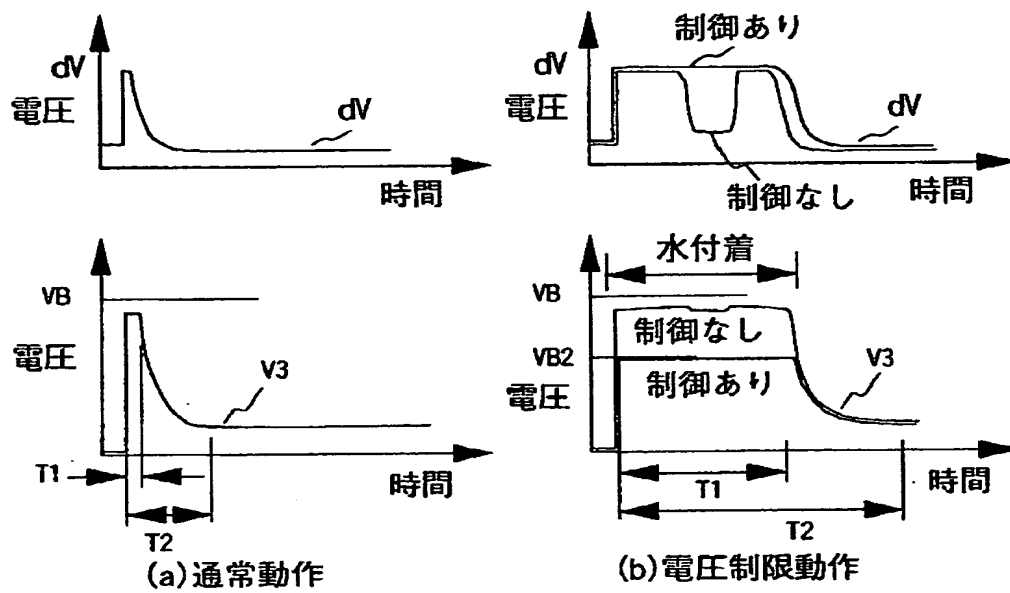
【図3】

図 3



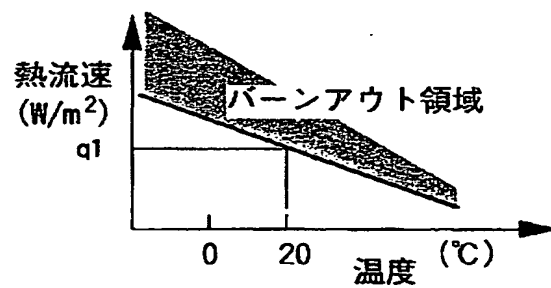
【図 4】

図 4



【図 5】

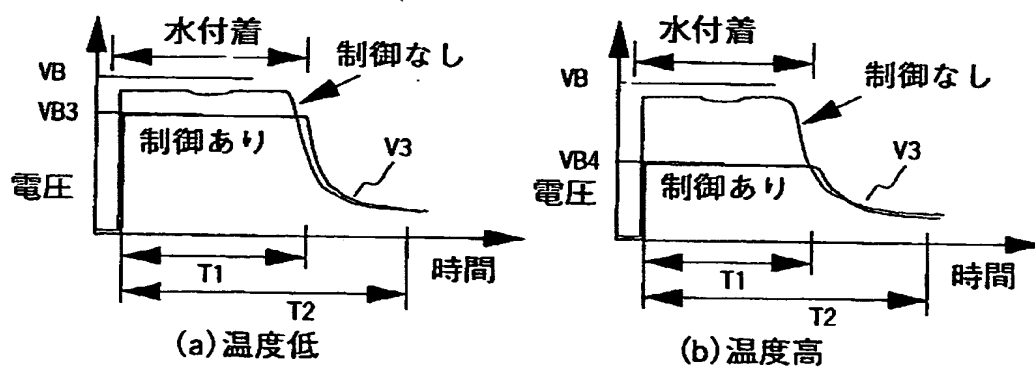
図 5





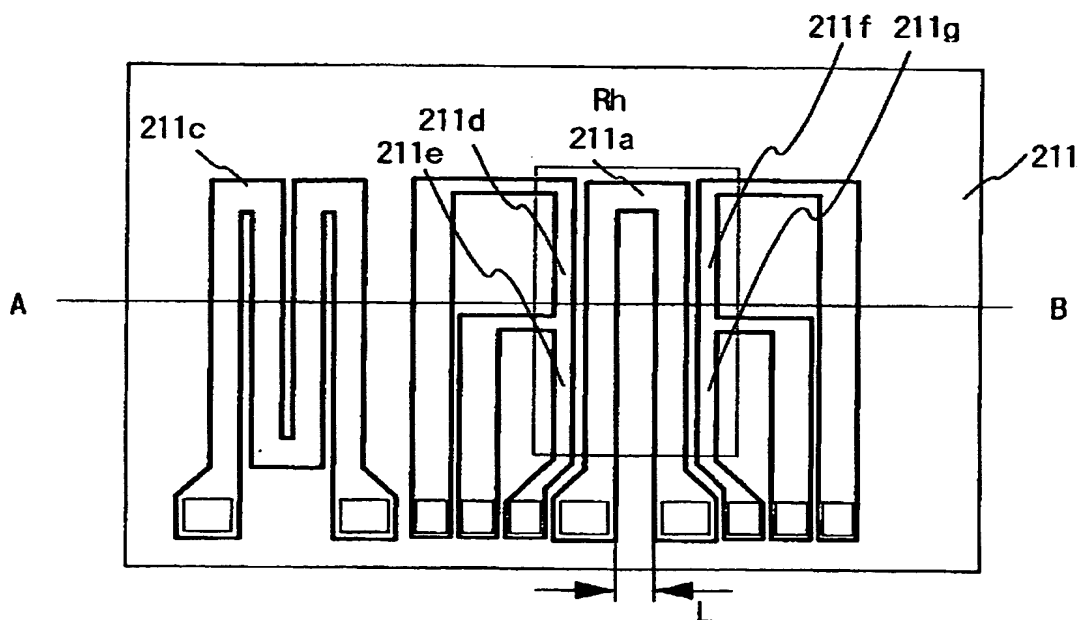
【図 6】

図 6



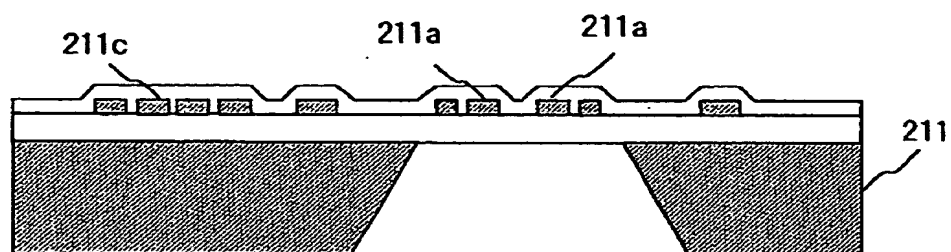
【図 7】

図 7



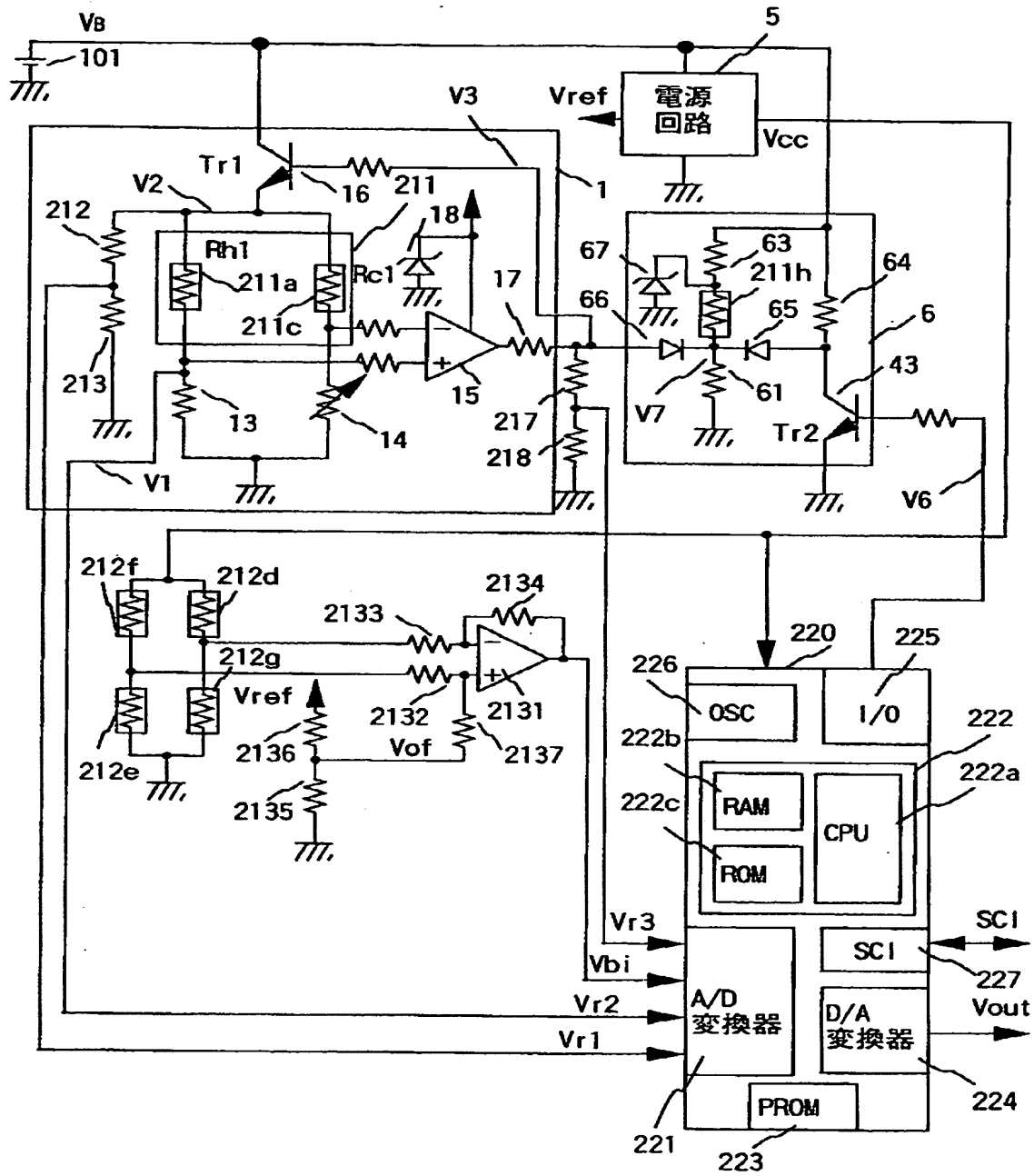
【図 8】

図 8



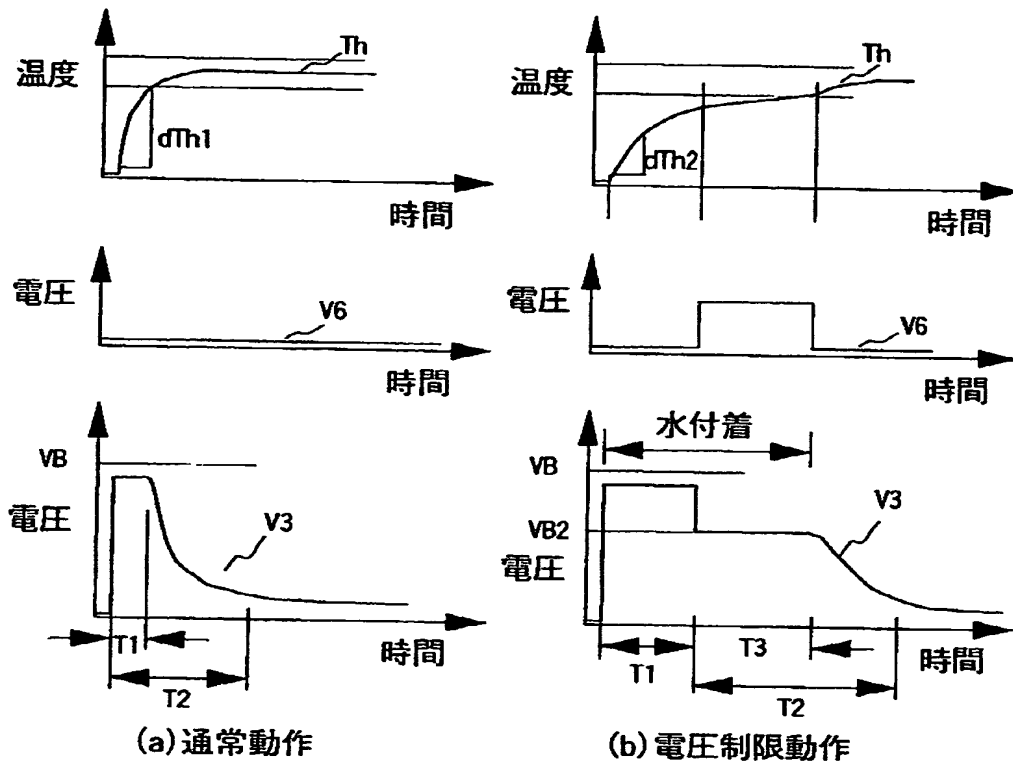
【図 9】

図 9



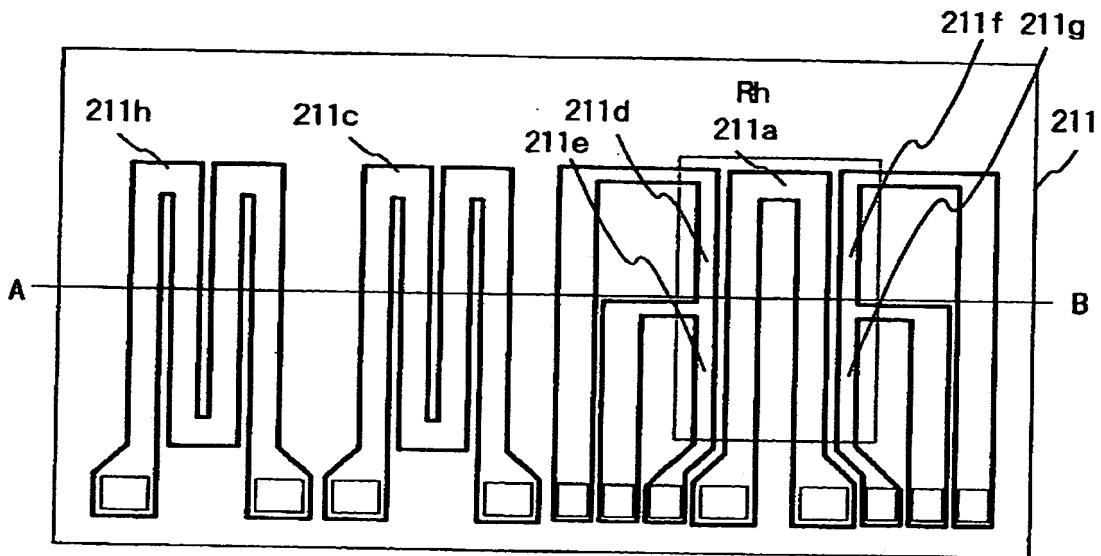
【図 10】

図 10



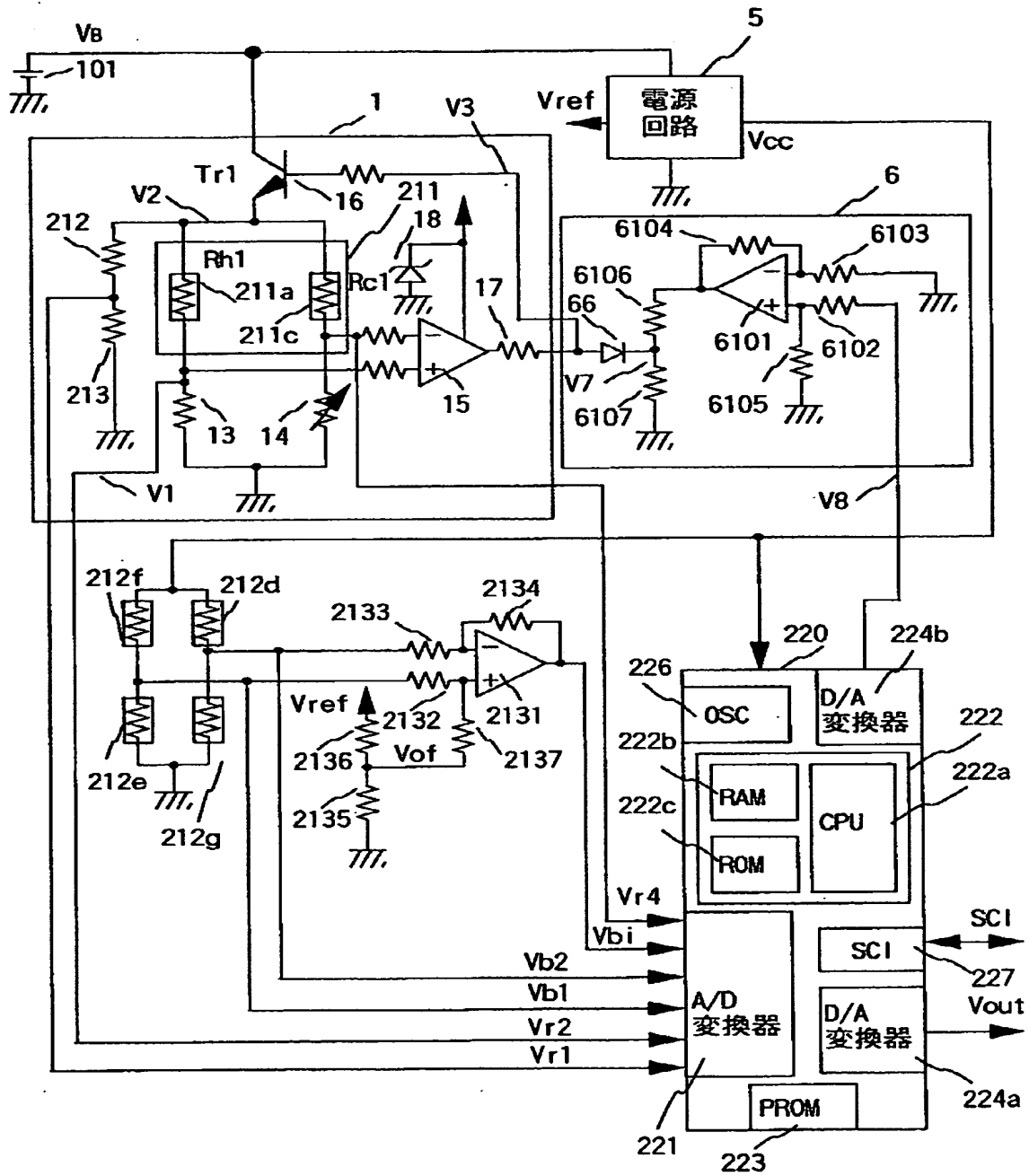
【図 1 1】

図 11



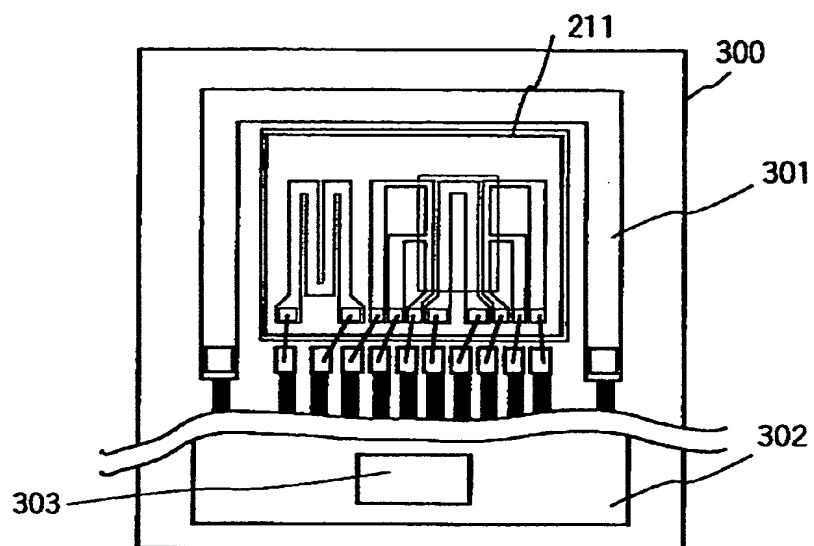
【図 1 2】

図 12



【図 1 3】

図 13







【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

内燃機関の吸入空気量を測定する熱線式空気流量計において、応答性を良くするには熱容量の小さな発熱抵抗体を用いる必要があるが、水滴や油滴等が発熱抵抗体部に付着すると、加熱のバランスが崩れ局所的に発熱抵抗体の加熱温度が上昇し、抵抗体が熱により劣化するという課題があった。

【解決手段】

水滴や油滴等が発熱抵抗体部に付着した場合と、無しの通常の場合とを区別して発熱抵抗体の加熱状態を検出する手段、加熱状態により加熱時間を制限する回路手段を設ける。

【選択図】 図 1

特平11-270385

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第270385号
受付番号	59900929024
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成11年 9月28日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成11年 9月24日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 1 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地
氏 名	株式会社日立製作所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000232999]

1. 変更年月日 1995年 8月24日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 茨城県ひたちなか市高場2477番地  
氏 名 株式会社日立カーエンジニアリング